

УДК 004.93'12

О. О. Сліпченко, С. В. Клименко

*Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара*

## АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ОЦІНКИ ПСИХОЕМОЦІЙНОГО СТАНУ ЛЮДИНИ

Розглянуто проблему розпізнавання психоемоційного стану людини, сучасні методи розпізнавання емоцій. Проаналізовано особливості розпізнавання емоцій людини за допомогою сучасних технологій, зв'язок між порушенням нервової системи людини і впливом цих порушень на емоції та їх відображення у виразі на обличчі. Представлено аналіз математичних методів обробки емоційного стану людини. Проаналізовано сучасні програмні засоби обробки емоцій. Застосування розпізнавання емоційного стану людини дозволяє зробити висновки про стан нервової системи, визначити її стан у повсякденних робочих випадках, які пов'язані з небезпекою для життя, наприклад, нічні рейси для водіїв.

**Ключові слова:** *міміка; розпізнавання емоцій; метод Віоли – Джонса; емоційний стан людини.*

Рассмотрена проблема распознавания психоэмоционального состояния человека, современные методы распознавания эмоций. Проанализированы особенности распознавания эмоций человека с помощью современных технологий, связь между нарушением нервной системы человека и влиянием этих нарушений на эмоции и их выражение. Представлен анализ математических методов обработки эмоционального состояния человека. Проанализированы современные программные средства обработки эмоций. Применение распознавания эмоционального состояния человека позволяет сделать выводы о состоянии нервной системы, определить ее состояние в повседневных рабочих случаях, которые могут быть связаны с опасностью для жизни, к примеру, ночные рейсы для водителей.

**Ключевые слова:** *мимика; распознавание эмоций; метод Виолы – Джонса; эмоциональное состояние человека.*

This article discusses the problem of recognizing the psycho-emotional state of a person. Modern methods of recognition of emotions are considered. The features of recognition of human emotions using modern technologies are analyzed. The relationship between the violation of the human nervous system and the effect of these disturbances on emotion and their expression is

considered. The analysis of mathematical methods for processing a person's emotional state is presented. Analyzed modern software for processing emotions. The use of recognition of the emotional state of a person allows us to draw conclusions about the state of the nervous system, to determine its condition in cases that are associated with a danger to life, for example, night flights for drivers. Also, the article considers the basic algorithm for automatic recognition of emotions. The Viola – Jones method is analyzed, since it is the most effective method for highlighting the face in the image. Particular features of the face in the image by the method of Viola – Jones are considered. It is determined that for the recognition of emotions, points located on the eyebrows and lips are used in combination with each other. The standard Viola–Jones method uses rectangular features. These are called Haar primitives, which are also covered in the article. Modern software tools for processing emotions that can recognize such emotions as anger, sadness, joy, surprise, anger, fear, disgust are considered. Such systems allow in a number of cases to avoid accidents caused by inattention, drowsiness or poor state of health of the driver. Emotional recognition is also applicable in a number of other fields, such as telecommunications, video games, animation, psychiatry, automated training, etc. Recognition of human emotions naturally allows to increase the degree of intellectualization of their interaction, for example, to ensure correct response to the human condition.

**Keywords:** *facial expressions; recognition of emotions; Viola – Jones method; emotional state of a person.*

**Вступ.** Одним з основних способів розпізнавання емоцій людини іншою людиною є аналіз візуальної інформації. Тому автоматизація цього процесу очевидно повинна бути заснована на використанні методів і засобів комп'ютерного зору. Розпізнавання емоцій людини природним чином дозволяє підвищити ступінь інтелектуалізації їх взаємодії, наприклад, для забезпечення правильного реагування на стан людини. Особливо актуальною проблемою є правильне визначення стану людини у випадках, пов'язаних з небезпекою для її життя. В якості одного з прикладів можна навести системи розпізнавання втомленості людини, якими оснащуються деякі сучасні автомобілі. Подібні системи дозволяють у ряді випадків уникнути аварій, викликаних неуважністю, сонливістю або поганим самопочуттям водія. Аналіз здійснюється на основі результатів обробки зображень обличчя людини, отриманих з відеокамери. Розпізнавання емоцій застосовується також у цілому ряді інших областей, таких як телекомунікації, відеоігри, анімація, психіатрія, автоматизоване навчання та ін.

**Особливості розпізнавання емоцій людини.** Людина проявляє свої емоції на обличчі за допомогою брів, очей і рота. Для виділення

цих елементів на зображенні особистості використовують метод Віюлі – Джонса [1]. Щоб прискорити розпізнавання і зменшити помилкові виявлення, на обличчі задаються певні зони. Рот завжди знаходиться в нижній половині обличчя, а брови і очі – у верхній. Наступний пункт в розпізнаванні емоцій – це знаходження ключових точок виділених елементів особи. Щоб визначити емоції людини, потрібно провести аналіз декількох ключових точок. Виділення ключових точок проводиться таким чином:

1. Перетворення кольорового зображення до напівтонового вигляду.
2. Перетворення з напівтонової форми до бінарного вигляду.
3. Застосування до бінарного зображення градієнтної маски.
4. Локалізація ключових точок.

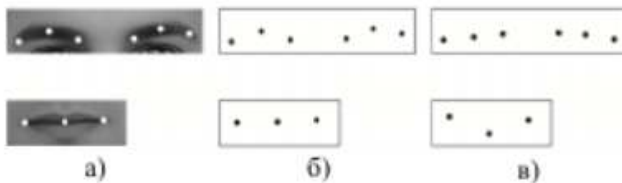


Рисунок 1 – Комбінація точок брів та рота (а – зображення брів та рота; б – комбінація точок брів та рота; в – комбінація ключових точок, яка відповідає іншим положенням розглянутих елементів на зображенні)

Перехід від кольорового зображення до напівтонового виконується ще на етапі виділення обличчя. Для отримання бінарного зображення використовується адаптивний поріг. А застосування градієнтної маски до бінарного зображення дозволяє отримати контурне уявлення елемента, який аналізується. Локалізація ключових точок полягає у визначенні заданої кількості точок, які лежать на контурі елемента. І вже після виділення ключових точок можна виконувати класифікацію емоцій.

Розглянемо характеристики емоцій у поєднанні брів та рота:

**Смукот.** Характерні ознаки смутку – кінчики брів та рота знижуються.

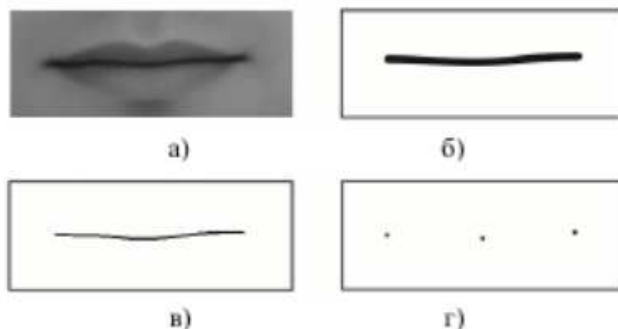
**Щастя.** При цій емоції брови та кінчики рота підіймаються.

**Гнів.** Для емоції гніву характерні зниження та зморщення брів, а рот при цьому відкривається та знижуються кінчики.

**Образ.** У разі відчуття образи брови знижуються, а рот піднімається і знижуються прикінцеві значення лінії.

**Страх.** Коли людина відчуває страх, її брови підіймаються, а рот відкривається та розтягується.

**Здивування.** При здивуванні брови підіймаються, а рот відкривається.



**Рисунок 2 – Процес виділення ключових точок (а – напівтонове зображення; б – бінарне зображення; в – застосування градієнтної маски; г – локалізація ключових точок)**

**Особливості впливу емоцій залежно від психоемоційного стану людини.** Для точного судження про емоційний стан людини необхідно брати до уваги всі компоненти міміки. Так, при сильному збудженні напружені повіки, розширені зіниці поєднуються з розтягуванням крил носа і стисненням щелеп. Подальша надмірна концентрація уваги може супроводжуватися відкриттям рота. Емоційні нюанси уловлюються ще у напрямку і стабільності погляду. У людини у стані задумливості погляд звернений вдалину. Глибина сприйняття узгоджується зі стійким поглядом у напрямку досліджуваного об'єкта.

Функціональні розлади нервової системи також супроводжуються нестабільністю погляду. Мінливість погляду – одна із складових елементів міміки. Міміка – інтегральний процес. У ньому беруть участь реакції окремих м'язів, проте вони пов'язані спільною підставою, єдиною цілеспрямованістю. По суті, мімічні м'язи стають засобом спілкування між високорозвиненими біологічними суб'єктами на рівні 1-ї сигнальної системи [2]. Розглянемо як здійснюється зв'язок між станом і рівнем психоемоційної діяльності головного мозку і мімічною мускулатурою. Мимовільна, підсвідома міміка обличчя людини стримується і гальмується, вона підпорядкована функції кори півкуль великого мозку. Цілком природно, що участь обличчя в різних видах експресії слід розглядати не тільки з позицій мімічної моторики, але також у світлі вищої нервової діяльності. Півкулі великого мозку,

по І. П. Павлову, є реактивною і верховною частиною ЦНС, залежно від стану і діяльності якої виділено чотири психологічних типи: сангвінік – це сильний, урівноважений, рухливий тип; холерик – сильний, неуврівноважений (збудливий), рухливий тип; флегматик – сильний, урівноважений, інертний тип; меланхолік – слабкий, неуврівноважений тип, нервові процеси малорухливі. Отже, за складом міміки, зразками рухів можна зробити висновок про тип нервової діяльності.

**Аналіз математичних методів обробки емоційного стану людини.** Основний алгоритм автоматичного розпізнавання емоцій складається з таких етапів: реєстрація зображення; первинна обробка зображення; виділення обличчя на зображенні; виділення елементів обличчя; виділення ключових точок на обличчі; класифікація емоцій.

Для виділення обличчя на зображенні найбільш ефективним є метод Віюлі – Джонса, який забезпечує досить хорошу швидкість і високу точність виявлення заданих об'єктів на зображеннях.

Процес виявлення обличчя методом Віюлі – Джонса має такі особливості:

1. Для швидкого виконання необхідних розрахунків зображення представляються в інтегральному вигляді.
2. Пошук потрібних об'єктів на зображеннях здійснюється за результатами аналізу ознак Хаара.
3. Для вибору найбільш підходящих ознак при пошуку шуканого об'єкта на певній частині зображення застосовується метод посилення слабких класифікаторів (метод бустінга).
4. Для прийняття рішень використовуються прості бінарні класифікатори, які виробляють два значення – «Істина» та «Брехня».
5. Для швидкого відкидання вікон, де не знайдено облич, використовуються каскади ознак [4].

Інтегральне представлення зображення являє собою матрицю, що збігається за розмірами з вихідним зображенням. У кожному її елементі зберігається сума інтенсивностей всіх пікселів, що знаходяться лівіше і вище даного елемента. Елементи матриці розраховуються за такою формулою:

$$I(x, y) = \sum_{x' \leq x, y' \leq y} i(x', y'),$$

де  $I(x, y)$  – значення точки  $(x, y)$  інтегрального зображення;  $i(x, y)$  – значення інтенсивності вихідного зображення. На основі застосування інтегрального представлення зображення обчислення ознак однакового

виду, але з різними геометричними параметрами, відбувається за однаковий час. Кожен елемент матриці  $I(x, y)$  представляє суму пікселів у прямокутнику від  $i(0, 0)$  до  $i(x, y)$ , тобто значення кожного елемента  $I(x, y)$  дорівнює сумі значень усіх пікселів лівіше і вище даного пікселя  $i(x, y)$ . Розрахунок матриці займає лінійний час, що пропорційно дорівнює числу пікселів у зображенні, і його можна обчислити за такою формулою:

$$I(x, y) = i(x, y) - I(x - 1, y - 1) + I(x, y - 1) + I(x - 1, y).$$

З точки зору необхідності використання досить простих алгоритмів отримання ознак перспективним є використання Хаара-подібних характеристик, які представляють собою результат порівняння яркостей у двох прямокутних областях зображення. У стандартному методі Віюлі – Джонса використовуються прямокутні ознаки. Ці ознаки називаються примітивами Хаара (рис. 3).

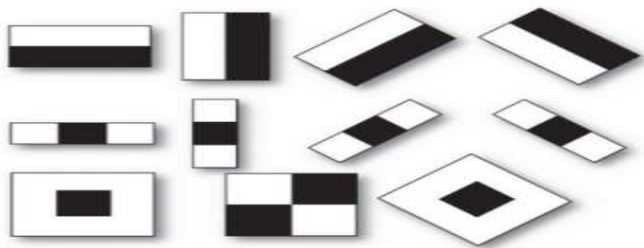


Рисунок 3 – Примітиви ознак Хаара

Обчислюваним значенням такого показника буде:

$$F = U - V,$$

де  $U$  – сума значень яскравості точок, які закривають світлою частиною ознаки, а  $V$  – сума значень яскравості точок, які закривають темною частиною ознаки. Для їх обчислення використовується поняття інтегрального зображення. Хаара-подібні ознаки описують значення перепаду яскравості по осі  $X$  і  $Y$  зображення відповідно.

**Аналіз програмних засобів обробки емоційного стану людини.** Система FaceReader Noldus Information Technology (Нідерланди) має можливість вірно розпізнавати емоції за виразом обличчя. Система знаходить такі емоції: радість, смуток, здивування, злість, страх, відраза, нейтральність. Крім цього, FaceReader може визначити стать, вік, расу людини. Програмне забезпечення створюється без машинного навчання і додаткових налаштувань.

ЕмоDetect (Росія, Нейроботікс) – це програмне забезпечення, що дозволяє визначати психоемоційний стан людей за їх зображеннями

(відео або фото). Даний емоційний класифікатор може визначити шість головних емоцій, таких як радість, смуток, здивування, страх, злість, відраза. Емоції розпізнаються за допомогою нейронних мереж.

Microsoft Oxford Project Emotion Recognition (США, Microsoft) – принцип роботи цієї системи аналогічний вищепереліченим системам: за допомогою машинних алгоритмів система аналізує наявність облич у вхідному зображенні, після цього визначає за мімікою приблизні емоції людини.

**Висновки.** В наш час активно розвиваються системи ідентифікації облич та емоцій. Проведеним дослідженням визначено, що для розпізнавання емоцій людини одним з найпоширеніших є метод Віоли – Джонса, який забезпечує досить хорошу швидкість і високу точність виявлення заданих об'єктів на зображеннях. Виходячи з аналізу визначено, що психоемоційний стан людини та функціональні розлади нервової системи впливають на міміку та вираження емоцій. Отже, вивчаючи психоемоціональний стан людини та склад міміки, можна зробити висновок про тип нервової діяльності особистості. Розпізнавання емоцій має багато різновидів у повсякденному житті людини, наприклад, у телекомунікаціях, відеоіграх, анімації, психіатрії, автоматизованих системах навчання тощо.

### Бібліографічні посилання

1. Буй Тхи Тху Чанг, Фан Нгок Хоанг, Спицын В. Г. Распознавание лиц на основе применения метода Виолы – Джонса, вейвлет-преобразования и метода главных компонент. *Известия Томского политехнического университета*. Т. 320. № 5. 2012.
2. Лемешевская З. П., Михальчик С. В., Водоевич В. П. Диагностика психического состояния человека по мимике лица. *УО «Гродненский государственный медицинский университет»*. Журнал ГрГМУ. № 1. 2010.
3. Клименко С. В., Огоренко В. В., Халипова В. Д. Математическая модель самооценки психических свойств личности. *Системні технології*. Вип. 2. 2015. С. 112–120.
4. Ахметшин Р. И., Кирпичников А. П., Шлеймович М. П. Распознавание эмоций человека на изображениях. *Вестник технологического университета*. Т. 18. № 11. 2015.

*Надійшла до редколегії 15.11.2019.*